



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09054281 A**(43) Date of publication of application: **25.02.97**

(51) Int. Cl.

G02B 27/22(21) Application number: **07207141**(22) Date of filing: **14.08.95**(71) Applicant: **KOMATSU LTD**

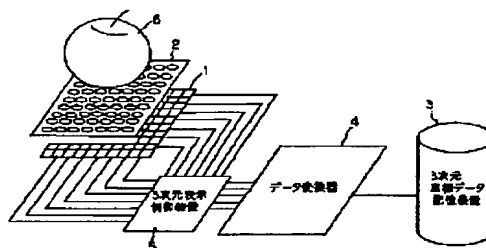
(72) Inventor: **WAKAI HIDEYUKI**
MIZUKAMI HIROYUKI
SUZUKI TORU
ANDO MANABU

(54) **DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING
THREE-DIMENSIONAL STEREOSCOPIC IMAGE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To widen an observing area, to be observed by plural persons and to change a stereoscopic image to be observed according to movement of an observer without using an object to be displayed and also eliminating an exposure equipment, a development equipment and a light source at a reproducing time.

SOLUTION: This device is provided with a display panel 1 two-dimensionally arranging plural display pixels, a deflection element array 2 two-dimensionally arranging plural deflection elements and forming three-dimensional lines of point images in space by deflecting light from the lighted pixel of the display panel 1 through these deflection elements and a three-dimensional coordinate input setting means dividing the surface of the three-dimensional stereoscopic object to be displayed to plural minute pixels and input setting the three-dimensional coordinate of these plural divided pixels. Further, this device is provided with a quantization means quantization converting the input set three-dimensional coordinate to the nearest coordinate among the coordinates capable of being displayed by the display panel 1 and the deflection element array 2 and a display panel drive control means converting the quantized coordinate data to the coordinate data of the display panel 1 to be lighted for displaying the point images on the quantized three-dimensional coordinate position and lighting controlling the display pixels of the display panel 1 according to the converted coordinate data.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-54281

(43)公開日 平成9年(1997)2月25日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 27/22

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 27/22

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-207141

(22)出願日 平成7年(1995)8月14日

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 若井 秀之

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 水上 裕之

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 鈴木 徹

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74)代理人 弁理士 木村 高久

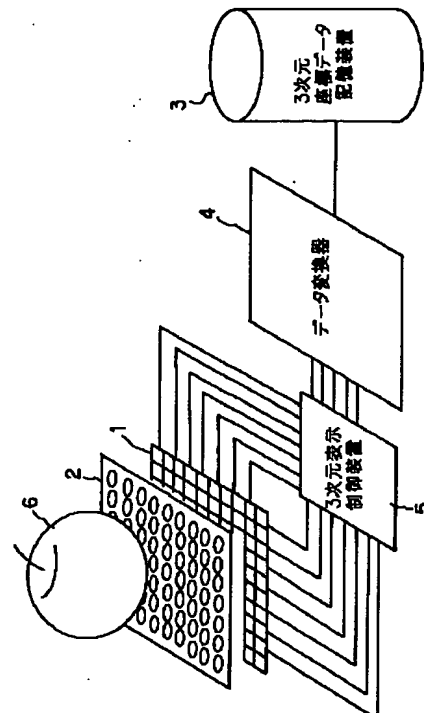
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3次元立体表示装置および方法

(57)【要約】

【課題】表示する物体を用いず、かつ露光設備、現像設備、再生時の光源も必要とせずに、観察領域が広く、複数人が同時観察でき、さらに観察者の動きに応じて観察される立体像が変化する3次元立体表示を実現する。

【解決手段】複数の表示画素が2次元配列された表示パネルと、複数の偏向素子が2次元配列され、これら偏向素子を介して前記表示パネルの点灯された画素からの光を偏向することにより空間上に点像の3次元列を形成する偏向素子アレイと、表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定する3次元座標入力設定手段と、この入力設定された3次元座標を前記表示パネル及び偏向素子アレイで表示可能な座標のうちの最も近い座標に量子化変換する量子化手段と、この量子化された座標データを、該量子化された3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの座標データに変換し、該変換された座標データに従って前記表示パネルの表示画素を点灯制御する表示パネル駆動制御手段とを具える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の表示画素が2次元配列された表示パネルと、

複数の偏向素子が2次元配列され、これら偏向素子を介して前記表示パネルの点灯された画素からの光を偏向することにより空間上に点像の3次元列を形成する偏向素子アレイと、

表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定する3次元座標入力設定手段と、

この入力設定された3次元座標を前記表示パネル及び偏向素子アレイで表示可能な座標のうちの最も近い座標に量子化変換する量子化手段と、

この量子化された座標データを、該量子化された3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの座標データに変換し、該変換された座標データに従って前記表示パネルの表示画素を点灯制御する表示パネル駆動制御手段と、

を具える3次元立体表示装置。

【請求項2】前記表示パネル駆動制御手段は、陰面処理表示がなされる立体角が前記空間上の点像から得られるよう選択する表示パネルの表示素子を制限することを特徴とする請求項1記載の3次元立体表示装置。

【請求項3】前記表示パネル駆動制御手段は、前記空間上の点像から出射される光が方向に応じて異なる光強度を持つ場合、これに対応して当該点像に対応して選択した表示画素から出射される各光の強度を変化させることを特徴とする請求項1記載の3次元立体表示装置。

【請求項4】前記偏向素子アレイの各偏向素子下に複数の表示画素が配列されている請求項1記載の3次元立体表示装置。

【請求項5】前記偏向素子アレイの各偏向素子下に1つの表示画素がそれぞれ配列され、1つの偏向素子に対応して1つの偏向方向が設定されている請求項1記載の3次元立体表示装置。

【請求項6】前記偏向素子アレイ上に、各偏向素子の径より小さい径を有するピンホールが2次元配列されたピンホールアレイを配設することを特徴とする請求項1記載の3次元立体表示装置。

【請求項7】表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定し、この入力設定された3次元座標をある一定の手続により定義された離散的な3次元座標値列に量子化変換する第1のステップと、

量子化された座標位置の微小面素より出射される光線を複数の光束に近似し、それぞれの光束と同等な方向、明るさ成分を持つ光束を特定の平面もしくは曲面より発生させる第2のステップと、

を有することを特徴とする3次元立体表示方法。

【請求項8】複数の表示画素が配列された表示パネル

と、

複数の偏向素子が配列され、これら偏向素子を介して前記表示パネルの点灯された画素からの光を偏向することにより空間上に点像の3次元列を形成する偏向素子アレイと、

表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定する3次元座標入力設定手段と、

この入力設定された3次元座標をある一定の手続により定義された離散的な3次元座標値列に量子化変換する量子化手段と、

前記量子化された座標位置の微小面素より出射される光線を複数の光束に近似し、それぞれの光束と同等な方向、明るさ成分を持つ光束が前記表示パネルから発生されるよう表示パネルを駆動制御する表示パネル駆動制御手段と、

を具える3次元立体表示装置。

【請求項9】複数の表示画素が2次元配列された表示パネルと、

20 複数の偏向素子が2次元配列され、これら偏向素子を介して前記表示パネルの点灯された画素からの光を偏向することにより空間上に点像の3次元列を形成する偏向素子アレイと、

表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定する3次元座標入力設定手段と、

この入力設定された3次元座標をある一定の手続により定義された離散的な3次元座標値列に量子化変換する量子化手段と、

30 この量子化された3次元座標データが入力されると、これら3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの表示画素が点灯制御されるように配線された表示パネル駆動制御手段と、

を具える3次元立体表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、3次元立体表示物を眼鏡等の補助具なしに自然な像として立体表示可能な3次元立体表示装置および方法に関する。

40 【0002】

【従来の技術】3次元立体表示方式には、以下のような各種方式がある。

【0003】(1)眼鏡方式

・アナグリフ方式

・偏光方式

・時分割方式

(2)表示面方式

・ホログラフィックステレオグラム方式

・レンティキュラ方式

50 ・インテグラルフォトグラフィ方式

・パララックス方式

(3)奥行標本化方式

・回転円筒方式

・バリフォーカスマイラー方式

・積層パネル方式

(4)空間時分割方式

しかしながら、眼鏡方式および表示面方式は、目の合焦点位置と輻輳角が実在する物体の場合と異なる、視点が固定される、不自然な立体感がある等の面で疲労感がつよく、また多人数の同時観察ができない、運動立体視ができない等の問題がある。

【0004】また、奥行標本方式および空間時分割方式は、大がかりな表示装置が必要で、膨大な計算が必要であるなどの問題がある。

【0005】特に、上記した方式のうちインテグラルフォトグラフィ方式が本発明に近いものであるが、このインテグラルフォトグラフィ方式では、乾板の前に複眼レンズ（昆虫の複眼レンズのような極めて小さいレンズの集合体）を配置し、被写体を撮像する。この結果、1つの被写体が微細なレンズを介して、その裏面の乾板上に、複数の倒立像として結像する。したがって、この撮像済みの乾板を現像の後、再度複眼レンズの裏面に配置し、乾板の裏面から照明を当てると、立体像が元の位置に実像として再生される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方式においては、以下のような問題点を有する

(1) 3次元表示のためには表示する物体そのものを用意する必要であり、またこれに伴い反射率の低い物体は撮影が困難となる

(2) レーザなどの露光設備が必要となる

(3) 感光材料の現像処理が必要となる

(4) 物体と光学系の位置合わせ、露光、撮像などにより作業時間が長くなる

(5) 再生時に光源が必要となる

(6) 綺麗なカラー化が困難である

などの問題がある。

【0007】この発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、表示する物体を用いず、かつ露光設備、現像設備、再生時の光源も必要とせずに、観察領域が広く、複数人が同時観察でき、さらに観察者の動きに応じて観察される立体像が変化する3次元立体表示を実現する3次元立体表示装置および方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明では、複数の表示画素が2次元配列された表示パネルと、複数の偏向素子が2次元配列され、これら偏向素子を介して前記表示パネルの点灯された画素からの光を偏向することにより空間上に点像の3次元列を形成する偏向素子アレイと、

表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を入力設定する3次元座標入力設定手段と、この入力設定された3次元座標を前記表示パネル及び偏向素子アレイで表示可能な座標のうちの最も近い座標に量子化変換する量子化手段と、この量子化された座標データを、該量子化された3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの座標データに変換し、該変換された座標データに従って前記表示パネルの表示画素を点灯制御する表示パネル駆動制御手段とを具えるようにしている。

【0009】かかる発明によれば、表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を前記表示パネル及び偏向素子アレイで表示可能な座標のうちの最も近い座標に量子化変換する。

【0010】次に、これら量子化された座標を、量子化された3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの表示画素の座標に変換し、該変換結果にしたがって表示画素を点灯制御する。

【0011】点灯された表示画素からの光は偏向素子アレイの各偏向素子を介することにより偏向され、前記量子化された座標位置に点像を形成する。

【0012】この結果、前記点像群により構成される3次元立体像が形成される。

【0013】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。

【0014】図1はこの発明の実施例を示すもので、この実施例装置の表示部は、2次元マトリックス状に表示画素が配列された表示パネル1と、この表示パネル1の各表示画素から発生した光線の方向を偏向する偏向素子が2次元マトリックス状に配列された偏向素子アレイ2とを具えている。また、この実施例装置において、表示パネル1の各表示画素を点灯制御するための構成として、表示すべき3次元像の座標データが入力記憶される3次元座標データ記憶装置3と、この3次元座標データを3次元立体像形成のためのデータに変換するデータ変換器4と、このデータ変換器4からのデータに基づいて表示パネル1を駆動制御する3次元表示制御装置5とを具えている。かかる構成により、3次元立体像6が3次元空間上に表示される。

【0015】図2は、この発明の3次元像の表示原理を示すものである。

【0016】表示対象とする3次元物体Aの物体表面Sを微小な面素 d_s に分割したとする。ある面素 d_s で反射される光束群もしくは面素 d_s で発光される光束群が立体角 w を有する場合、これらの光束群を単位立体角 d_w 毎の光線ベクトル I_i ($i=1, 2, \dots, n$)に分割する。

【0017】ここで、物体表面Sと異なる別の面に表示

面Pを考える。面素 d_s を通り光線ベクトル I_i の方向に定義される直線群 $L_i(i=1, 2, \dots, n)$ が表示面Pと交差する点を $q_i(i=1, 2, \dots, n)$ とする。

【0018】次に、表示面P上の点 q_i から光線ベクトル I_i に相当する光 $S_{ri}(i=1, 2, \dots, n)$ を出す場合を考える。このとき、表示面Pより出射される光束は微小な広がり角を持つ光束若しくは面素 d_s の位置に収束するような光束若しくはほぼ平行光に近い光束であるとする。このような系においては、表示面Pより出る光は面素 d_s から出射する光と全く等価になるため、面素 d_s が実在する場合と全く同様に、面素 d_s の像を観察することができる。本発明では、先の第1図に示した構成によって、前記微小面素 d_s の像を表示すべき3次元像に対応して離散的に複数形成することによって3次元像を得る。

【0019】まず、図3に表示パネル1及び偏向素子アレイ2の具体例を示す。

【0020】図3においては、表示パネル1として、液晶ディスプレイ10を用い、偏向素子アレイ2としてマイクロレンズアレイ11を用いるようにしている。この場合、液晶ディスプレイ10は、拡散光を発生する拡散光源12上に多数の液晶シャッタ13を等間隔ピッチで2次元配列して構成される。また、マイクロレンズアレイ11は、同一光学特性を有するマイクロレンズ111～11mが2次元的に密に配設されたもので、複眼レンズ、蠅の目レンズともいう。

【0021】ここで、マイクロレンズアレイ11の各マイクロレンズの焦点位置は液晶ディスプレイ10上に位置するように設定する。また、液晶ディスプレイ10の各液晶シャッタ13の大きさは、マイクロレンズの直径に比べ十分に小さくする。こうすることにより、液晶シャッタ13によって選択点灯された液晶ディスプレイ10の画素 $t_1 \sim t_n$ を点光源とみなすことができる。

【0022】かかる構成によれば、マイクロレンズの焦点位置が液晶ディスプレイ10上にあるために、液晶ディスプレイ10からは、選択点灯された画素 t_i とこれら画素 t_i の真上にあるマイクロレンズの主点位置 q_i を結ぶ線分の方向に光線が出射される。そして、これらの光線は微小面素 d_s の位置で交差するので、微小面素 d_s を観察することができる。なお、液晶ディスプレイ10から出射される光線 $S_{r1} \sim S_{rn}$ が、先の第2図に示した表示面P上の点 q_i からでた光 $S_{ri}(i=1, 2, \dots, n)$ に相当し、図3の主点位置 q_i が図2の表示面P上の点 q_i に相当する。

【0023】次に、表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって3次元表示像を得るための手法について説明する。

【0024】まず、本発明においては、表示しようとする3次元物体の表面を微小な多数の面素に分割し、該分割した多数の面素に対応する多数の点像を表示パネル1

及び偏向素子アレイ2による構成によって3次元空間に形成することによって、3次元立体表示を実現する。

【0025】図1の3次元座標データ記憶装置3においては、これら表示しようとする3次元立体物に対応する微小な多数の面素の3次元座標データ群が入力記憶されている。

【0026】ここで、表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって、3次元空間上に点灯可能な点像の座標は有限であり、これら点像の座標は表示パネル1の表示素子の間隔(ピッチ) d 、偏向素子アレイ2を構成する各偏向素子の焦点距離 f 、各偏向素子間の距離 p によって特定される。

【0027】そこで、表示しようとする3次元物体の表面の多数の微小面素の座標 $A(X_{si}, Y_{si}, Z_{si})$ を、前記表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって表示可能な点座標の内の最も近い点座標 $B(X_{qi}, Y_{qi}, Z_{qi})$ にそれぞれ量子化変換する($i=1 \sim m$)。この量子化変換処理は、図1のデータ変換器4で行われる。

【0028】以下、量子化変換方式の一例を図4、図5を参照して説明する。

【0029】ここでは、3次元物体の表面の1つの微小面素の座標 $A(X_s, Y_s, Z_s)$ を表示可能な点座標の内の最も近い点座標 $B(X_q, Y_q, Z_q)$ に量子化変換する場合について説明する。

【0030】まず、図4を用いてZ方向(高さ方向)の量子化について説明する。

【0031】表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって表示可能な最大高さ Z_0 (偏向素子アレイ2からの最大距離)は、

$$Z_0 = p \cdot f / d \quad \dots (1)$$

p : 偏向素子アレイを構成する偏向素子間の距離

d : 個々の点光源間隔

f : 偏向素子アレイを構成する偏向素子焦点距離となる。

【0032】したがって、偏向素子アレイ2の主点位置上に座標原点($Z=0$)があるとした場合、Z方向について表示し得る複数のZ座標位置のうちで最も座標原点から遠い距離に位置するZ座標位置 Z_1 は、

$$Z_1 = Z_0 \quad \dots (2)$$

となる。

【0033】また、表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって表示可能なZ座標位置 $Z_k(Z_1, Z_2, \dots)$ は

$$Z_k = Z_0 / k \quad \dots (3)$$

k は1から $\text{Trunc}(p/2d)$ 迄の範囲の整数値

$\text{Trunc}()$ は少数点以下を切り捨てる関数

となる。

【0034】すなわち、 k はZ方向の最大高さ位置から下方向に何番目の高さをとるかを示し、最大高さ Z_0 の

とき $k=1$ である。

【0035】したがって、3次元物体の表面の微小面素のZ座標 Z_s をこれに最も近い表示可能な点像のZ座標 Z_q に量子化変換するためには、下記(4)式を満足する k の値を選択し、該選択した k に対応する Z_k を量子化変換後のZ座標とする。

【0036】

$$k : \min(|Z_s - Z_k|) \quad \dots (4)$$

すなわち、上記(4)式では、 $Z_k = Z_0/k$ とした場合、 Z_s と Z_k の差の絶対値が最も小さくなるような k の値を選出する。

【0037】そして、このようにして得られた $Z_k = Z_q$ で当該微小面素のZ座標 Z_s を量子化変換する。すなわち、

$$Z_s = Z_q \quad \dots (5)$$

とする。

【0038】次に、X-Y方向の量子化について説明する。

【0039】表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって表示可能なX-Y方向の座標は、前述の値 k によって特定される。

【0040】すなわち、X方向についての最小表示単位(最小表示間隔) d_x は、

$$d_x = p/k \quad \dots (6)$$

となり、Y方向についての最小表示単位(最小表示間隔) d_y は、

$$d_y = p/k \quad \dots (7)$$

となる。

【0041】したがって、下式(8)(9)のように、 X_s 、 Y_s をXY座標それぞれの最小単位 d_x 、 d_y で量子化すれば、 X_q 、 Y_q を得ることができる。

【0042】

$$X_q = \text{int}(X_s/d_x) \cdot d_x \quad \dots (8)$$

$$Y_q = \text{int}(Y_s/d_y) \cdot d_y \quad \dots (9)$$

$\text{int}()$ は整数値を表す関数

図5(a)においては、X方向の最小表示単位 d_x を k の値($k=1, 2, 3, 4$)に応じて示している。

【0043】次に、上記のようにして得られた量子化座標 $B(X_q, Y_q, Z_q)$ に点像を表示するために点灯させるべき表示パネル1の複数の画素の座標列(X_p, Y_p)を決定する手法について説明する。

【0044】まず、前記量子化した表示しようとする3次元像の点像のXY座標(X_q, Y_q)を偏向素子2との位置関係によって以下に示すように表す。

【0045】

$$X_q = s \cdot p + d_x \cdot i \quad \dots (10)$$

$$Y_q = t \cdot p + d_y \cdot j \quad \dots (11)$$

ここで、 s は当該X座標 X_q が属する偏向素子が予め設定した所定の偏向素子(原点偏向素子)から何番目に位置するかを示す値(整数)であり、

$$s = \text{Trunc}(X_q/p) \quad \dots (12)$$

を用いて求める。

【0046】ただし、この実施例では、図5(a)に示すように、偏向素子の中心位置に座標原点(0, 0)を設定しているため、 s 番目の偏向素子に属しているとする領域は、図5(a)(b)に示すように、 s 番目の偏向素子の右半分に対応する領域と、 $s+1$ 番目の偏向素子の左半分に対応する領域とで構成させるようにしている。

【0047】また、 i は当該X座標 X_q が、当該X座標が属する偏向素子の中心位置からX方向最小単位 d_x をピッチとして何番目に位置するかを示す値(整数)であり、

$$i = (X_q - s \cdot p) / d_x \quad \dots (13)$$

を用いて求める。

【0048】従って、図5(b)の場合、量子化されたX座標 X_q の $s = s$ で、また $i = 2$ となる。なお、量子化されたZ座標が k 番目の位置にあるとき、偏向素子 s に属するX座標で、表示可能な点の個数は k 個であり、その表示点の間隔は p/k となる。

【0049】また、Y座標に関してもX座標と同様であり、 t は当該Y座標 Y_q が属する偏向素子が予め設定した所定の偏向素子(原点偏向素子)から何番目に位置するかを示す値(整数)であり、

$$t = \text{Trunc}(Y_q/p) \quad \dots (14)$$

を用いて求める。

【0050】また、 j は当該Y座標 Y_q が、当該Y座標が属する偏向素子の中心位置からY方向最小単位 d_y をピッチとして何番目に位置するかを示す値(整数)であり、

$$j = (Y_q - t \cdot p) / d_y \quad \dots (15)$$

を用いて求める。

【0051】このようにして、 s, i, t, j が求められると、次に、これらの値を用いて表示パネル1の点灯させる複数の画素の座標列(X_p, Y_p)を下式に従って求める。

【0052】

$$X_p = (s+u) \cdot p + (u \cdot k - i) \cdot d_x \quad \dots (16)$$

$$Y_p = (t+v) \cdot p + (v \cdot k - j) \cdot d_y \quad \dots (17)$$

u, v : 整数値

ただし、上記の式で得られる表示素子の座標列(X_p, Y_p)には、座標(X_q, Y_q)を点灯させるのに有効でないものも含まれているので、 u, v を下式に従って制限することによって、座標(X_q, Y_q)を点灯させるのに有効な表示画素を抽出する。

【0053】すなわち、表示パネル1の1偏向素子当たりの画素数を n (奇数)とすると、下式を満足する(u, v)の全ての組み合わせにより決まる座標列(X_p, Y_p)が発光させる画素となる。

【0054】

9

10

$$u = \text{Trunc} (m-i) / k, \dots, \text{Trunc} (m+i) / k$$

$$\dots (18)$$

$$v = \text{Trunc} (m-j) / k, \dots, \text{Trunc} (m+j) / k$$

$$\dots (19)$$

ただし、 $m = (n-1) / 2$

すなわち、 u は $\text{Trunc}((m-i)/k) \sim \text{Trunc}((m+i)/k)$ の範囲の整数値であり、 v は $\text{Trunc}((m-j)/k) \sim \text{Trunc}((m+j)/k)$ の範囲の整数値である。

【0055】図6においては、 s 番目の偏向素子に属しかつ $i=2$ である X 位置（黒丸で示した）に点像を形成するようにしており、それぞれの偏向素子の中心に位置する表示素子を0番目の表示素子とする。まず、黒丸で示した位置に点像を形成するためには、 s 番目の偏向素子に属する表示素子に関しては $-i$ ($i=2$) 番目の表示素子（塗りつぶしで示した）を点灯する必要がある。また、 $s-1$ 番目の偏向素子に属する表示素子に関しては、偏向素子 $s-1$ の中心に位置する表示素子から $(-i-k)$ 番目の表示素子（図示せず）を点灯する。一方に関しては、以下同様に、 $(-i-2k)$ 番目、 $(-i-3k)$ 番目、…の表示素子を点灯する。

【0056】+方向に関しては、 $(-i+k)$ 番目、 $(-i+2k)$ 番目、…の表示素子を点灯する。例えば、 $s+1$ 番目の偏向素子に属する表示素子に関しては $-i+k$ ($i=1$) 番目の表示素子（塗りつぶしで示した）を点灯する。

【0057】すなわち、上記(16)式においては、 $(s+u)p$ が点灯すべき表示素子が属する偏向素子の位置を示し、 $(u \cdot k - i)d$ が選ばれた偏向素子での表示画素の位置を表している。上記(17)式における Y 座標の場合も同様である。

【0058】次に、図7を参照して具体例について説明する。

【0059】この場合、3次元物体の表面の1つの微小面素の座標 $A(X_s, Y_s, Z_s)$ を量子化して、点座標 $B(X_q, Y_q, Z_q)$ が得られたとする。なお、以下の説明では、 Y 座標に関しては省略する。

【0060】量子化して得られた X 、 X 座標が次の通りであるとする。

$$\text{【0061】 } X_q = 3.5p$$

$$Z_q = Z_o / 2$$

このとき前記式(3)および式(6)により

$$k = 2$$

$$dx = p / 2$$

が得られ、更に前記式(12)及び式(13)により

$$s = \text{Trunc}(3.5p / p) = 3$$

$$i = (3.5p - 3p) / dx$$

$$= 1$$

となる。

【0062】したがって、 X_q を式(10)のように表すと、

$$* X_q = 3p + dx$$

が得られる。

【0063】次に、この場合の1偏向素子当たりの画素数 $n=9$ であるため、前記式(18)を用いて、 $m=4$

$$10 \quad u = -1, 0, 1, 2,$$

が得られる。

【0064】このようにして求めた u の値を前記(16)に代入すると、

$$X_p = 2p - 3d, 3p - d, 4p + d, 5p + 3d$$

となり、これら4つの X 座標値が点灯すべき表示画素の座標となる。

【0065】図7においては、これら点灯すべき表示画素を白抜きで示し、他の点灯しない表示画素はハッチングで示した。

20 【0066】以上が、表示しようとする3次元物体の座標を表示パネル1の点灯すべき表示画素の座標に変換するまでの一連の計算手順である。

【0067】図1のデータ変換器4では、3次元座標データ記憶装置3から取り込んだ表示しようとする3次元物体の座標を用いて、前述した一連の演算処理を行うことにより表示しようとする3次元物体の座標に対応する表示パネル1の点灯すべき表示画素の座標データを算出する。

30 【0068】図8は、データ変換器4で行われるべき処理を主に示すフローチャートであり、以下このフローチャートを参照してデータ変換器4の処理を説明する。

【0069】まず、データ変換器4は、3次元座標データ記憶装置3から表示すべき3次元物体の表面を微小な面素に分割した座標データ $A(X_{si}, Y_{si}, Z_{si})$ を取り込み（ステップ100）、まずこれら座標データ $A(X_{si}, Y_{si}, Z_{si})$ を、前述したようにして、表示パネル1及び偏向素子アレイ2による構成によって表示可能な点座標の内の最も近い点座標 $B(X_{qi}, Y_{qi}, Z_{qi})$ にそれぞれ量子化変換する（ステップ110）。

40 【0070】次に、データ変換器4においては、前記量子化変換した点座標 $B(X_{qi}, Y_{qi}, Z_{qi})$ に点像をそれぞれ形成するために点灯すべき表示パネル1の表示画素の座標群 (X_p, Y_p) を前述した手法によって求める（ステップ120）。

【0071】次に、データ変換器4では、陰面処理を実行する（ステップ130）。すなわち、図9(a)に示した3次元立体像はワイヤフレーム表示を示すもので、図9(b)に示した3次元立体像が陰面処理表示を示すものであり、この実施例では図9(b)に示すように、陰になっている部分は見えないようにする陰面処理表示がなさ

れるようにする。

【0072】すなわち、図10に示すように、3次元像Tを所定の平面で切断した2次元断面で3次元像Tを単化し、3次元像Tの表面上の点P（面素）に着目したとする。

【0073】この場合、点Pで反射される光が立体角 w_1 の範囲より大きい立体角 w_0 の範囲にわたり光が広がっていくとすると、表示される3次元像は奥にあるものが透けて見えるワイヤフレーム像となる。すなわち、点Pで反射される光が立体角 w_0 を持つ場合、例えば、点Pより右側方向に出る光は矩形3次元像Eを突き抜けるために、3次元像Eの右方向から観察したときに実際には見えない点Pが見えてしまう。

【0074】したがって、本実施例では、実際に3次元物体が見える場合と同じように、陰になって見えるべきでない部分は見えなくするようにするべく、点Pから出射する光を立体角 w_1 の範囲に制限するようにしている。このために、表示パネル1の点灯する表示画素を選択する際に、図5に示すように光線出射領域を立体角 w_1 に対応して制限するようにしている。すなわち、点灯用に選択される表示画素は、制限した光線出射領域内の表示画素に限るようにしている。

【0075】このような光線出射領域の制限を、表示する3次元物体の各画素について行うことにより陰面表示を実現する。

【0076】次に、データ変換器4では、光出射方向に応じて光強度補正を実行する（ステップ140）。すなわち、図11に示すように、表示しようとする3次元物体表面上の点P（面素）で反射若しくは発光される光（ I_1, I_2, \dots, I_n ）が、方向に応じて異なる光強度を持つ場合、3次元表示装置（表示パネル1及び偏向素子アレイ2）から出射される光（ $S_{r1}, S_{r2}, \dots, S_{rn}$ ）が、それぞれ対応する光（ I_1, I_2, \dots, I_n ）と等しい強度を持つようにする。このため、表示パネル1の各表示素子を点灯させる際の光強度を、出射方向に応じて可変制御するようにしている。なお、色情報も再現する際には、光（ I_1, I_2, \dots, I_n ）それぞれを、R（赤）G（緑）B（青）の成分の比率に分解し、これと同等の比率を持つように3次元表示装置（表示パネル1及び偏向素子アレイ2）から出射される光（ $S_{r1}, S_{r2}, \dots, S_{rn}$ ）を発生させるようにする。

【0077】データ変換器4では、以上のような演算処理により得られた表示パネル1の表示画素の座標データ群（ X_p, Y_p ）等を3次元表示制御装置5に転送する（ステップ150）。

【0078】3次元表示制御装置5は、入力された表示パネル1の表示画素の座標データ群（ X_p, Y_p ）等に基づいて表示パネル1を駆動制御する（ステップ160）。これにより、表示パネル1の点灯された表示画素からの光が偏向素子アレイ2を介して偏向された後結像

され、この結果3次元座標データ記憶装置3からの3次元座標データに対応する3次元立体像が形成される（ステップ170）。

【0079】以上の実施例では、データ変換器4において、表示すべき3次元立体像の座標データA（ X_s, Y_s, Z_s ）を表示パネル1の各表示画素の座標データ（ X_p, Y_p ）に変換し、この座標データ（ X_p, Y_p ）を3次元表示制御装置5に与えることによって3次元立体表示を行うようにしたが、以下の実施例では、量子化座標B（ X_q, Y_q, Z_q ）から表示パネル1の各表示画素の座標データ（ X_p, Y_p ）への変換を、該変換演算に対応する論理がハードウェアによって組まれた3次元表示制御装置5によってハードウェア的に実現するようにしている。従って、以下の実施例では、図1のデータ変換器4は、3次元座標データ記憶装置3から入力された3次元立体像の座標データA（ X_s, Y_s, Z_s ）を量子化する処理しか行わず、量子化された座標データを表示パネル1の各表示画素の座標データ（ X_p, Y_p ）に変換する処理は、3次元表示制御装置5によってハードウェア的に実行される。

【0080】図12は、量子化された3次元座標と、表示パネル1の座標との対応関係を示すもので、この場合はY座標が $y=y_2$ である $x-z$ 平面上での位置関係を示している。また、この場合は、説明の簡単化のために、表示可能な点像の3次元列（ x_1, y_1, z_1 ）～（ x_n, y_n, z_n ）の $x-y$ 座標は、図示のように、全て偏向レンズの主点位置 m_1 （ x_1, y_1 ）～ m_l （ x_n, y_n ）の真上のみに制限している。

【0081】図13は、かかる3次元座標位置（ x_1, y_1, z_1 ）～（ x_n, y_n, z_n ）に、点像を形成するための3次元表示制御装置5のハードウェア構成例を示すもので、かかる3次元表示制御装置5によれば、データ変換器4から前記3次元座標列（ x_1, y_1, z_1 ）～（ x_n, y_n, z_n ）のうちの表示しようとする所望の座標位置を入力するだけで、該入力された所望の座標位置に点像を形成するために必要な表示パネル1の表示画素を選択点灯させるための表示用 $x-y$ アドレス $m_{x1} \sim m_{xm}, m_{y1} \sim m_{ym}$ を表示パネル1に出力することができる。

【0082】この3次元表示制御装置5は、表示パネル1の x -アドレスを選択するための構成として、3次元像のZ座標 z_1, z_2, \dots がセレクト信号 $Z(x)_1, Z(x)_2, \dots$ として入力され、指定されたZ座標 z_1, z_2, \dots に対応する表示パネル1の x -アドレス $m_{x1} \sim m_{xm}$ を選択するためのZ（ x ）セレクト部10と、3次元像のX座標 x_1, x_2, \dots がセレクト信号 x_1, x_2, \dots として入力され、指定されたX座標 x_1, x_2, \dots に対応する表示パネル1の x -アドレス $m_{x1} \sim m_{xm}$ を選択するためのXセレクト部20とを備えている。そして、これらZ（ x ）セレクト部10およびXセレクト部20は、トラ

ンジスタなどのスイッチ（白四角点）を介して結合され、各X-Z座標値（ $z1x1$ 、 $z1x2$ 、…）毎に信号線が設けられており、これらX-Z信号線（ $z1x1$ 、 $z1x2$ 、…）と、表示パネル1へ出力するx-アドレス信号線 $m \times 1 \sim m \times m$ との各交点のうちの選択すべきx-アドレス信号線 $m \times 1 \sim m \times m$ との交点にダイオード（白丸点で示した）を設けることにより、指定されたX-Z座標値によって点灯すべき表示パネル1の表示画素のx-アドレスを選択するようにしている。

【0083】また、この3次元表示制御装置5においては、表示パネル1のy-アドレスを選択するための構成として、3次元像のZ座標 $z1$ 、 $z2$ 、…がセレクト信号 $Z(y)1$ 、 $Z(y)2$ 、…として入力され、指定されたZ座標 $z1$ 、 $z2$ 、…に対応する表示パネル1のy-アドレス $my1 \sim mym$ を選択するためのZ（y）セレクト部30と、3次元像のY座標 $y1$ 、 $y2$ 、…がセレクト信号 $y1$ 、 $y2$ 、…として入力され、指定されたY座標 $y1$ 、 $y2$ 、…に対応する表示パネル1のy-アドレス $my1 \sim mym$ を選択するためのYセレクト部40とを備えている。これらZ（y）セレクト部30およびYセレクト部40は、トランジスタなどのスイッチ（白四角点）を介して結合され、各Y-Z座標値（ $z1y1$ 、 $z1y2$ 、…）毎に信号線が設けられており、これらY-Z信号線（ $z1y1$ 、 $z1y2$ 、…）と、表示パネル1へ出力するy-アドレス信号線 $my1 \sim mym$ との各交点のうちの選択すべきy-アドレス信号線 $my1 \sim mym$ との交点にダイオード（白丸点で示した）を設けることにより、指定されたY-Z座標値によって点灯すべき表示パネル1の表示画素のy-アドレスを選択するようにしている。

【0084】図14は図13に示した配線構成の一部詳細を示すもので、この図14においてはX座標 $x3$ 、Y座標 $y2$ 、およびZ座標 $z1$ 、 $z3$ によって選択される表示パネル1のx-yアドレスの一部が示されている。

【0085】係る3次元表示制御装置5によって、図12で黒点で示した座標位置（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）、（ $x2$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）、（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z3$ ）に順次点像を形成する場合の動作について説明する。図15は、その際に関係する各セレクト信号の状態を示すタイムチャートであり、座標位置（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）、（ $x2$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）、（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z3$ ）が順次選択されるよう各セレクト信号が出力されている。

【0086】まず、座標位置（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）に点像が形成される際の動作について説明する。

【0087】図13において、指定されたZ座標 $z1$ およびX座標 $x3$ に対応する配線 $z1x3$ に信号電圧が印加され、さらにこの配線 $z1x3$ 上にあるダイオード（白丸点）を介して表示パネル1のx-アドレス信号線 $m \times 3$ 、 $m \times 12$ 、 $m \times 21$ 、 $m \times 30$ 、 $m \times 39$ に信号電圧が印加される。これと並行して、指定されたZ座標 $z1$ およびY座標 $y2$ に対応する配線 $z1y2$ に信号電圧が印加さ

れ、さらにこの配線 $z1x3$ 上にあるダイオード（白丸点）を介して表示パネル1のy-アドレス信号線 $my3$ 、 $my12$ 、 $my21$ 、 $my30$ 、 $my39$ に信号電圧が印加される。この結果、表示パネル1においては、x-アドレス信号線 $m \times 3$ 、 $m \times 12$ 、 $m \times 21$ 、 $m \times 30$ 、 $m \times 39$ とy-アドレス信号線 $my3$ 、 $my12$ 、 $my21$ 、 $my30$ 、 $my39$ の交点にある25個の画素に信号電圧が印加され、これら25個の画素が点灯する。

【0088】図12に、これら25個の点灯画素のうち10のyアドレスが $my12$ である5個の点灯画素（ $m \times 3$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 12$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 21$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 30$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 39$ 、 $my12$ ）と、3次元空間上に形成される点像（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）の位置関係を示す。各点灯画素（ $m \times 3$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 12$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 21$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 30$ 、 $my12$ ）、（ $m \times 39$ 、 $my12$ ）を出射した光は、偏向素子の主点 $m1$ （ $x1$ 、 $y2$ ）、 $m1$ （ $x2$ 、 $y2$ ）、 $m1$ （ $x3$ 、 $y2$ ）、 $m1$ （ $x4$ 、 $y2$ ）、 $m1$ （ $x5$ 、 $y2$ ）をそれぞれ通り、3次元表示空間の点（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）で交差し、3次元像の微小面素を形成する。残りの20個の点灯画素に付いても同様であり、各点灯画素を出射した光は各偏向レンズの主点を通過した後、3次元表示空間の点（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）で交差する。

【0089】座標位置（ $x2$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）に点像を形成する際も前記と同様であり、指定されたZ座標 $z1$ およびX座標 $x2$ に対応する配線 $z1x2$ に信号電圧が印加され、さらにこの配線 $z1x2$ 上にあるダイオード（白丸点）を介して表示パネル1のx-アドレス信号線 $m \times 4$ 、 $m \times 13$ 、 $m \times 22$ 、 $m \times 31$ 、 $m \times 39$ に信号電圧が印加される。これと並行して、指定されたZ座標 $z1$ およびY座標 $y2$ に対応する配線 $z1y2$ に信号電圧が印加され、さらにこの配線 $z1x3$ 上にあるダイオード（白丸点）を介して表示パネル1のy-アドレス信号線 $my3$ 、 $my12$ 、 $my21$ 、 $my30$ 、 $my39$ に信号電圧が印加される。この結果、表示パネル1においては、x-アドレス信号線 $m \times 4$ 、 $m \times 13$ 、 $m \times 22$ 、 $m \times 31$ 、 $m \times 39$ とy-アドレス信号線 $my3$ 、 $my12$ 、 $my21$ 、 $my30$ 、 $my39$ の交点にある25個の画素に信号電圧が印加され、これら25個の画素が点灯する。この結果、3次元表示空間上の点（ $x2$ 、 $y2$ 、 $z1$ ）に微小面素の像が形成される。

【0090】座標位置（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z3$ ）に点像を形成する際も前記と同様であり、3次元座標（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z3$ ）が指定されることにより、x-アドレス信号線 $m \times 10$ 、 $m \times 21$ 、 $m \times 32$ とy-アドレス信号線 $my1$ 、 $my12$ 、 $my23$ が選択され、これらアドレス線の交点にある9個の画素に信号電圧が印加され、これら9個の画素が点灯する。この結果、3次元表示空間上の点（ $x3$ 、 $y2$ 、 $z3$ ）に微小面素の像が形成される。

【0091】このようにこの実施例によれば、量子化座

標から表示パネルの座標への変換をハードウェアによって実現するようにしたので、図1のデータ変換器4及び3次元座標データ記憶装置3としてコンピュータを用いた場合、コンピュータと3次元表示制御装置5との情報通信量を少なくすることができるとともに、コンピュータでのソフトウェア処理および通信処理などを原因としたコンピュータの処理速度の低下を抑えることができ、これにより膨大な計算を必要とする3次元動画表示などへの好適な適用が可能である。また、この3次元表示制御装置5を表示パネル1と一体的に構成した場合、3次元表示制御装置5とコンピュータ間の信号配線は、3次元座標データに関する配線のための少ない配線本数で済むようになり、生産性が向上する。

【0092】次に、図16～図20に、表示パネル1および偏向素子アレイ2の他の実施例を示す。

【0093】図16は、液晶ディスプレイ10の光源として拡散光源ではなく平行光を発する平行光源14を用いるようにした構成を示すものであり、この場合は光源が平行光であるため、光源と液晶シャッタとの間、若しくは液晶シャッタとマイクロレンズアレイとの間にガラスなどのスペーサを配置するようにしても良い。

【0094】図17は、偏向素子アレイ2の各偏向素子の配設ピッチを液晶シャッタ13の配設ピッチと同じにした構成を示すもので、この場合は1つの偏向素子に1つの液晶シャッタが対応している。すなわちこの場合は、各偏向素子毎に（各液晶シャッタ毎に）各種の偏向方向を予め設定している。

【0095】図18においては、先の図3に示した構成の各マイクロレンズ（偏向レンズ）の主点位置にマイクロレンズの径より小さい径を有するピンホールが2次元配列されるピンホールアレイ15を配置している。このようなピンホールアレイが配置されることにより、マイクロレンズの主点位置付近を通過する光のみを通過させ、これにより液晶シャッタのパターンが背景として観測される背景雑音を削減し、より鮮明な3次元像を観測できるようにしている。

【0096】図19においては、先の図16に示した構成の各マイクロレンズの焦点位置に前記同様のピンホールアレイ15を配置するようにして、先の図18に示した構成と同様の効果を狙っている。

【0097】図20においては、表示パネル1として、光アドレス方式を利用した光導電膜16および発光素子アレイ17から成る構成を用いる様にしている。偏向素子アレイ1としては、マイクロレンズアレイ11を用いている。

【0098】すなわち、この表示パネルにおいては、発光素子17と光導電膜16間に発光素子が発光しない程度の電圧をかけておき、光導電膜上で発光を所望する位置にレーザ光を照射する。すると、光導電膜16上のレーザ光が照射された箇所の抵抗率が下がり、この箇所に

対応する位置の発光素子が発光することになる。そして、この光はマイクロレンズアレイ11によって偏向される。なお、この場合はレーザ発振器18から発射されたレーザ光をポリゴンミラー19の走査によって、所望の位置に投光するようにしている。

【0099】尚、上記実施例では、表示パネル1として液晶ディスプレイを採用したが、他に、ELディスプレイ、プラズマディスプレイ、VFD（蛍光表示管）、フラットCRT、他のフラットディスプレイを用いるようにしてもよい。また、上記実施例では、偏向素子アレイとしてマイクロレンズアレイを採用したが、他に、ホログラム、回折格子、フレネルレンズアレイを用いるようにしてもよい。

【0100】また、量子化の方法としては、上記の手法以外にも、3次元物体の面素の座標（ X_s, Y_s, Z_s ）と3次元像の面素の座標（ X_q, Y_q, Z_q ）の距離が最小となるような座標（ X_q, Y_q, Z_q ）を選択する手法もある。

【0101】さらに実施例では、量子化された座標位置の微小面素より出射される光線を複数の光束で近似し、それぞれの光束と同等な方向、明るさ成分を持つ光束を表示パネルおよび偏向素子アレイから成る特定平面から発生させるようにしたが、これら表示パネル1及び偏向素子アレイ2を曲面で構成するようにしてもよい。

【0102】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、表示すべき3次元立体物の表面を複数の微小な面素に分割し、これら分割した複数の面素の3次元座標を前記表示パネル及び偏向素子アレイで表示可能な座標に量子化変換し、これら量子化された座標を、量子化された3次元座標位置に点像を表示するために点灯させるべき前記表示パネルの表示画素の座標に変換し、該変換結果にしたがって表示画素を点灯制御することにより、前記量子化された各座標位置に点像を形成するようにしたので、表示する物体を用いず、かつ露光設備、現像設備、再生時の光源も必要とせず、観察領域が広い3次元立体表示を可能にするとともに、さらに複数人が同時観察でき、また観察者の動きに応じて観察される立体像が変化する3次元立体表示が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例構成を示すブロック図。

【図2】この発明の3次元立体表示の原理を説明する図。

【図3】表示パネル及び偏向素子アレイの具体例を示す図。

【図4】Z方向についての量子化処理の説明図。

【図5】X方向についての量子化処理の説明図。

【図6】量子化された座標位置に点像を形成するために点灯すべき表示画素を示す図。

【図7】量子化された座標位置に点像を形成するために

点灯すべき表示画素を選択する際の具体例を示す図。

【図 8】データ変換器で行われる処理を示すフローチャート。

【図 9】ワイヤフレーム表示と陰面処理表示による 3 次元立体像を示す図。

【図 10】ワイヤフレーム表示と陰面処理表示による表示素子からの光線出射領域を示す図。

【図 11】輝度、色再現のための手法の説明図。

【図 12】3 次元表示制御装置による量子化座標から表示パネルの座標への変換手法の説明図。

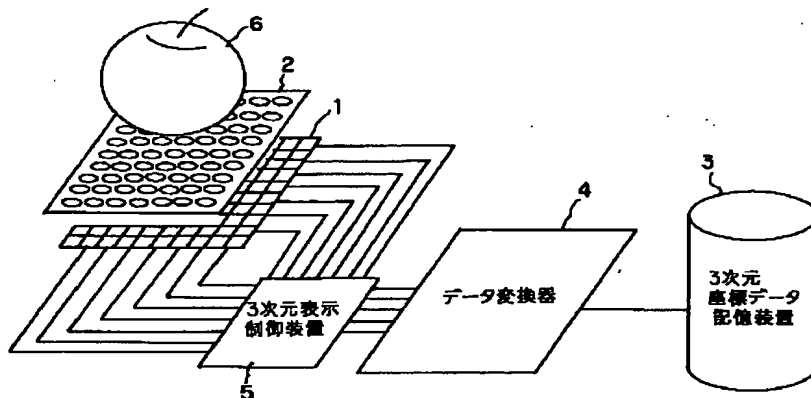
【図 13】量子化座標から表示パネルの座標への変換を実現する 3 次元表示制御装置のハードウェア配線図。

【図 14】図 13 のハードウェア配線図の一部詳細図。

【図 15】3 次元表示制御装置に入力される 3 次元座標信号のタイムチャート図。

【図 16】表示パネルおよび偏向素子アレイの他の実施 *

【図 1】



* 例を示す図。

【図 17】表示パネルおよび偏向素子アレイの他の実施例を示す図。

【図 18】表示パネルおよび偏向素子アレイの他の実施例を示す図。

【図 19】表示パネルおよび偏向素子アレイの他の実施例を示す図。

【図 20】表示パネルおよび偏向素子アレイの他の実施例を示す図。

10 【符号の説明】

1…表示パネル

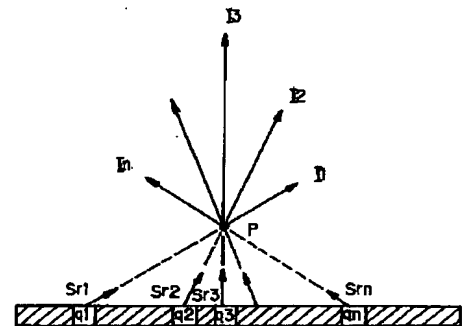
2…偏向素子アレイ

3…3次元座標データ記憶装置

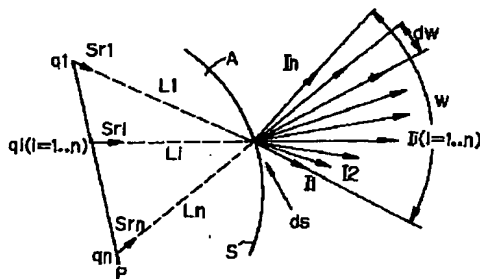
4…データ変換器

5…3次元表示制御装置

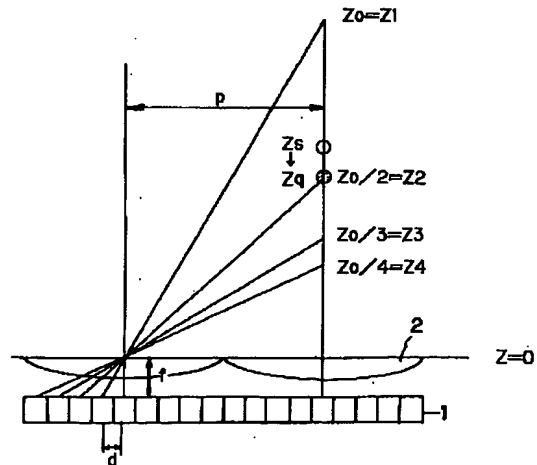
【図 11】



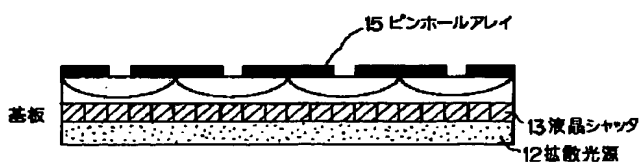
【図 2】



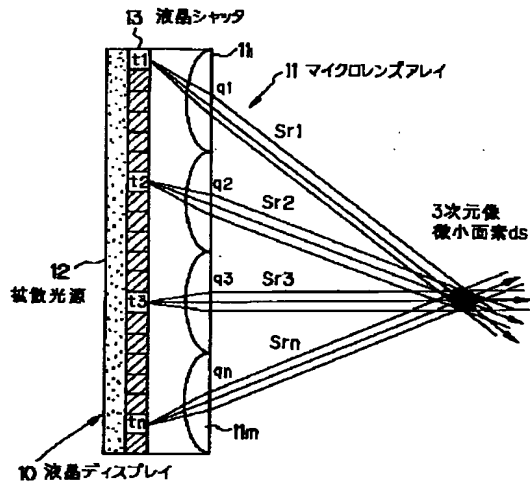
【図 4】



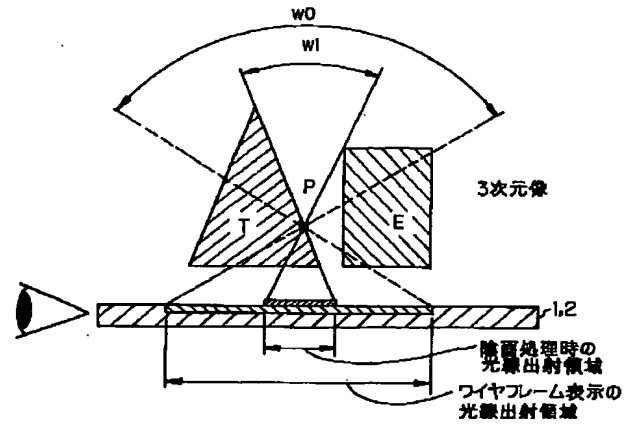
【図 18】



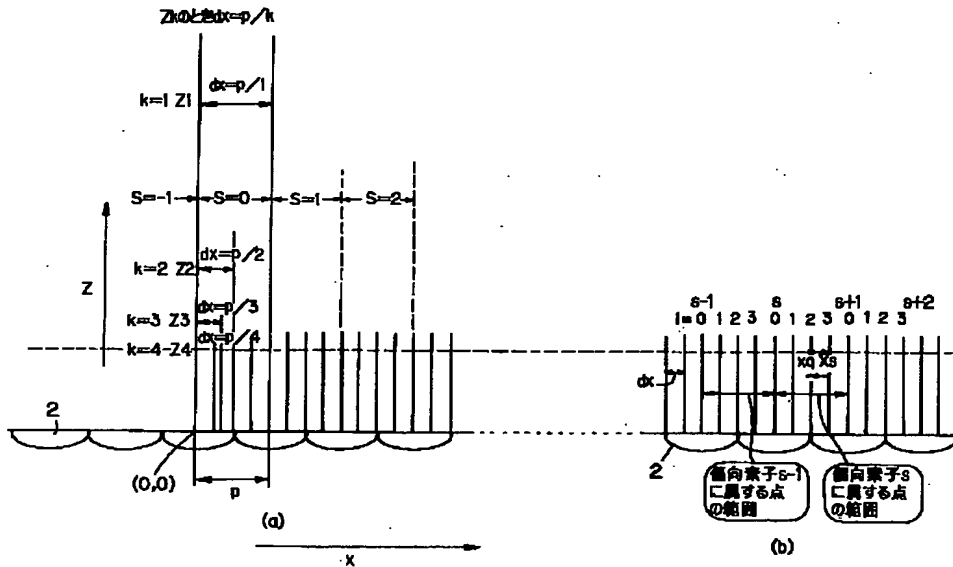
【図 3】



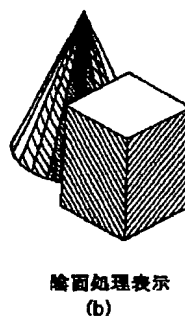
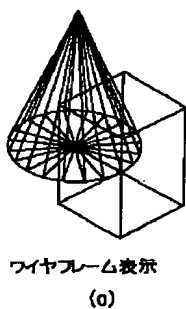
【図 10】



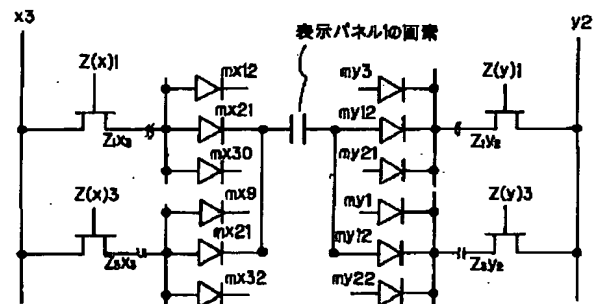
【図 5】



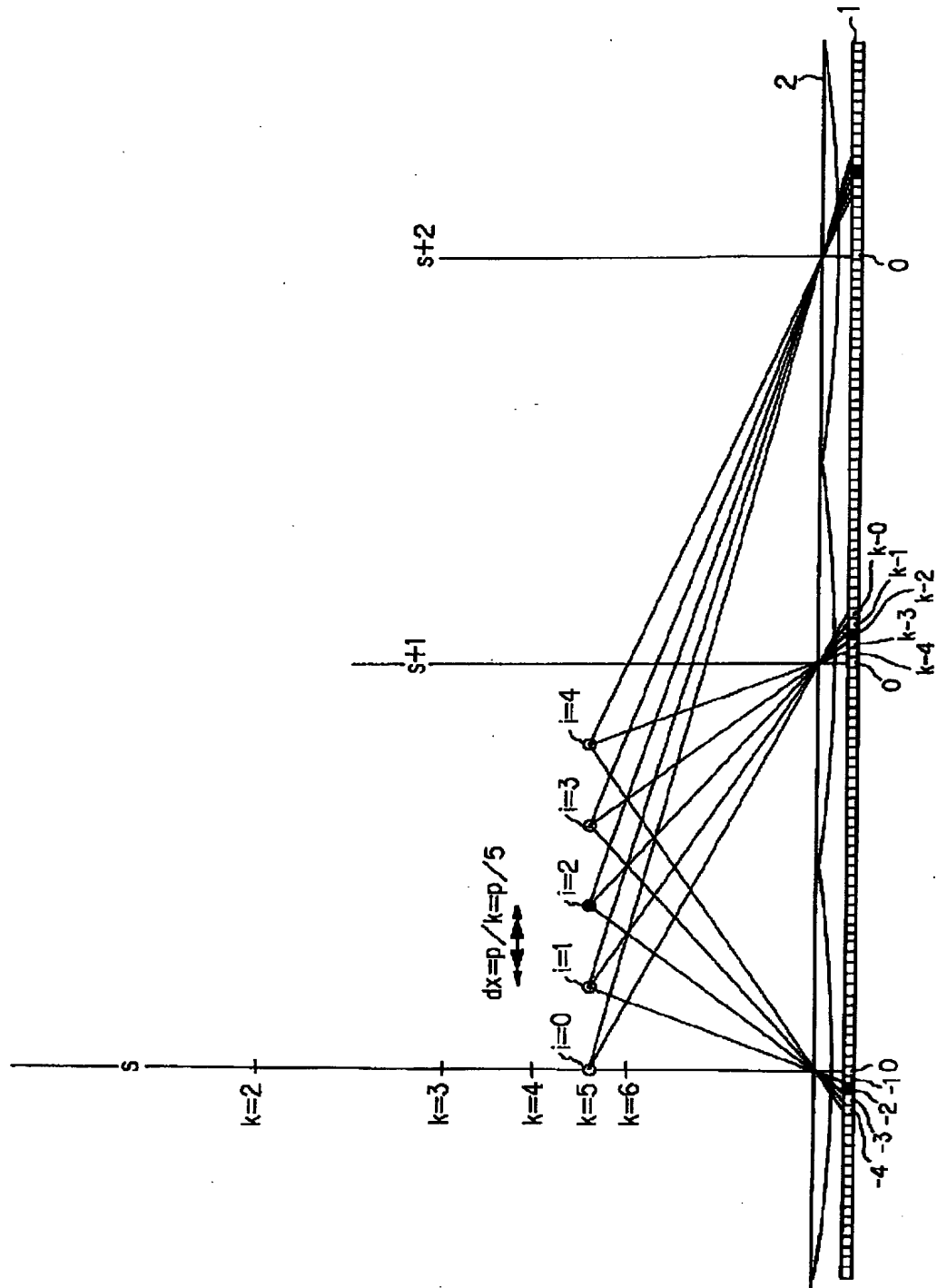
【図 9】



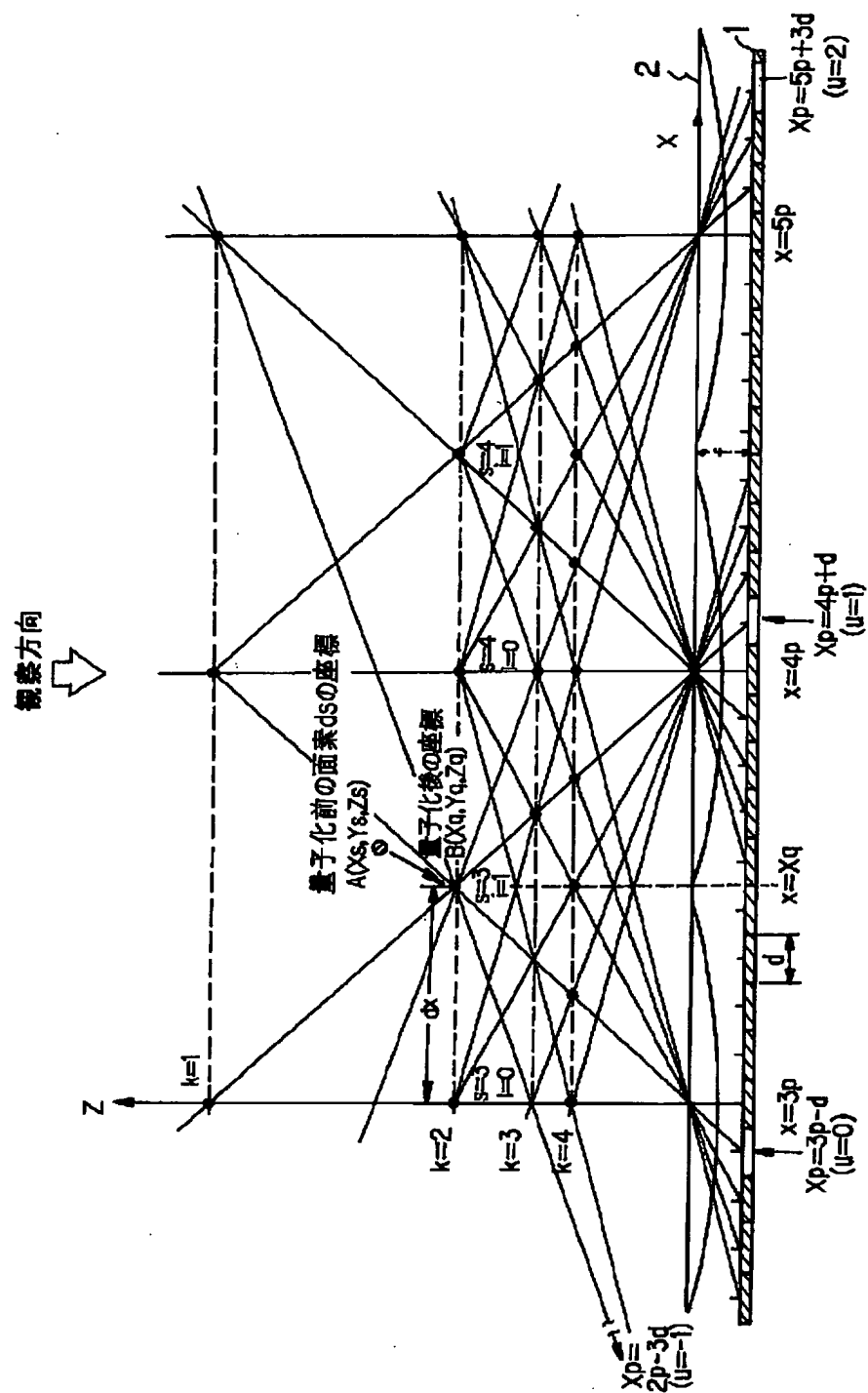
【図 14】



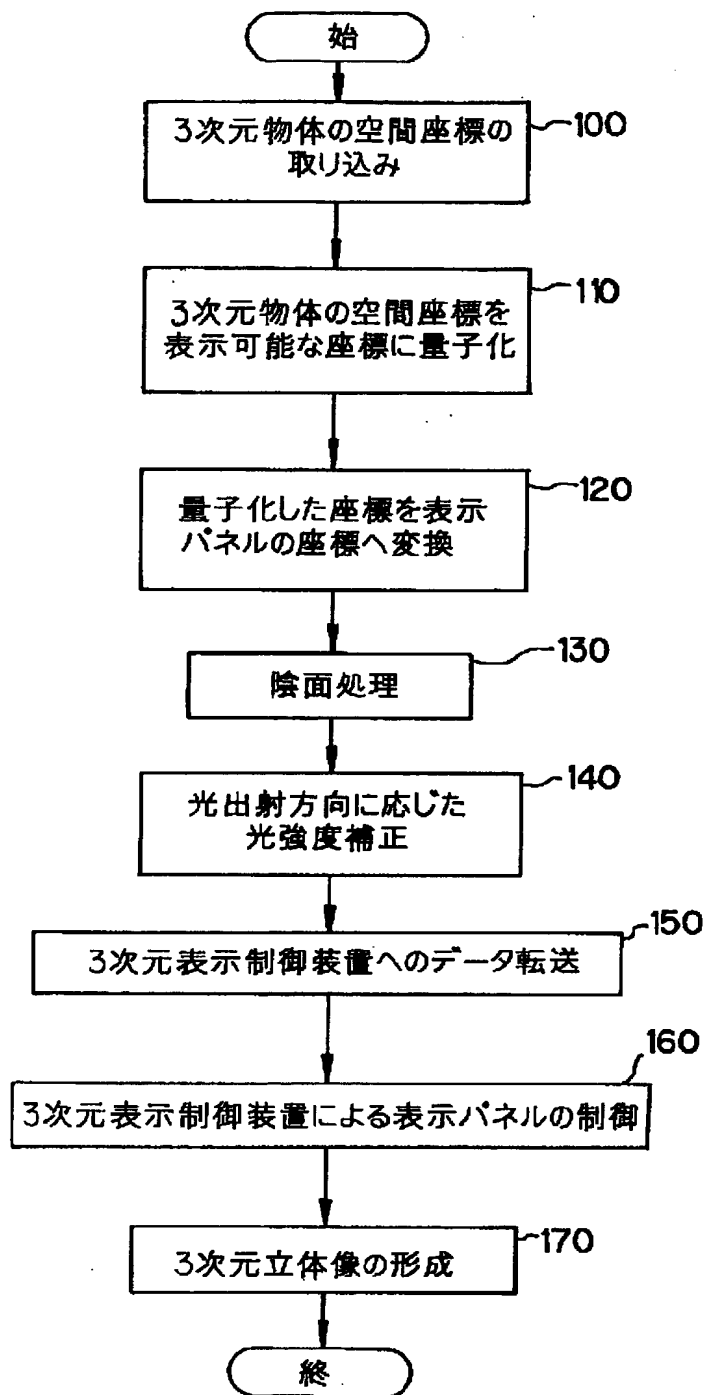
【図6】



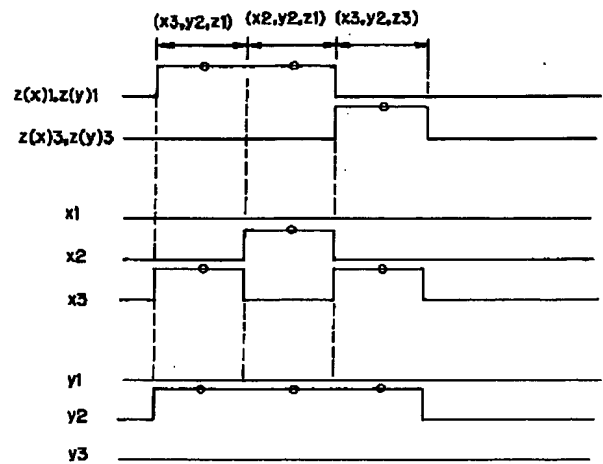
【图 7】



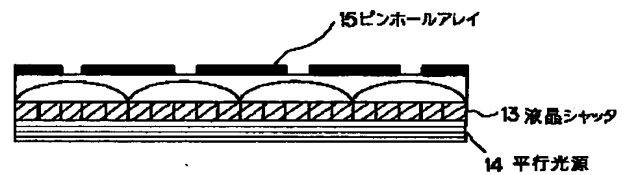
【図8】



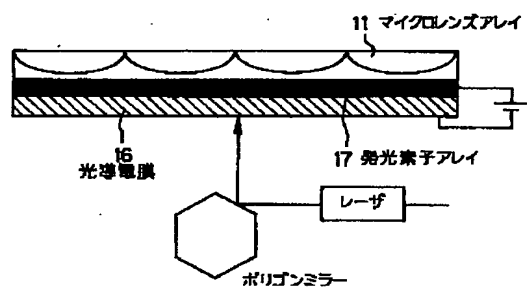
【図15】



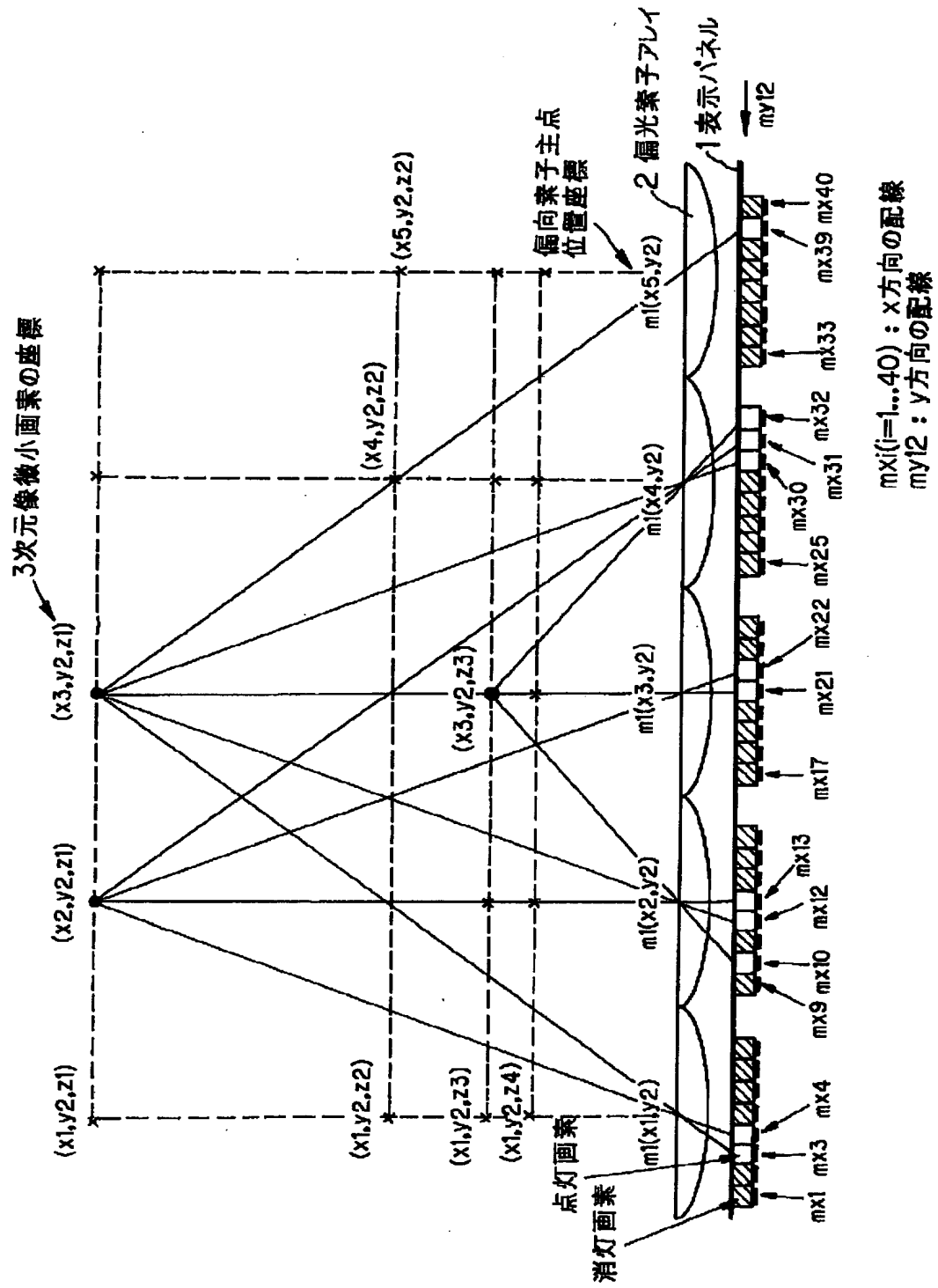
【図19】



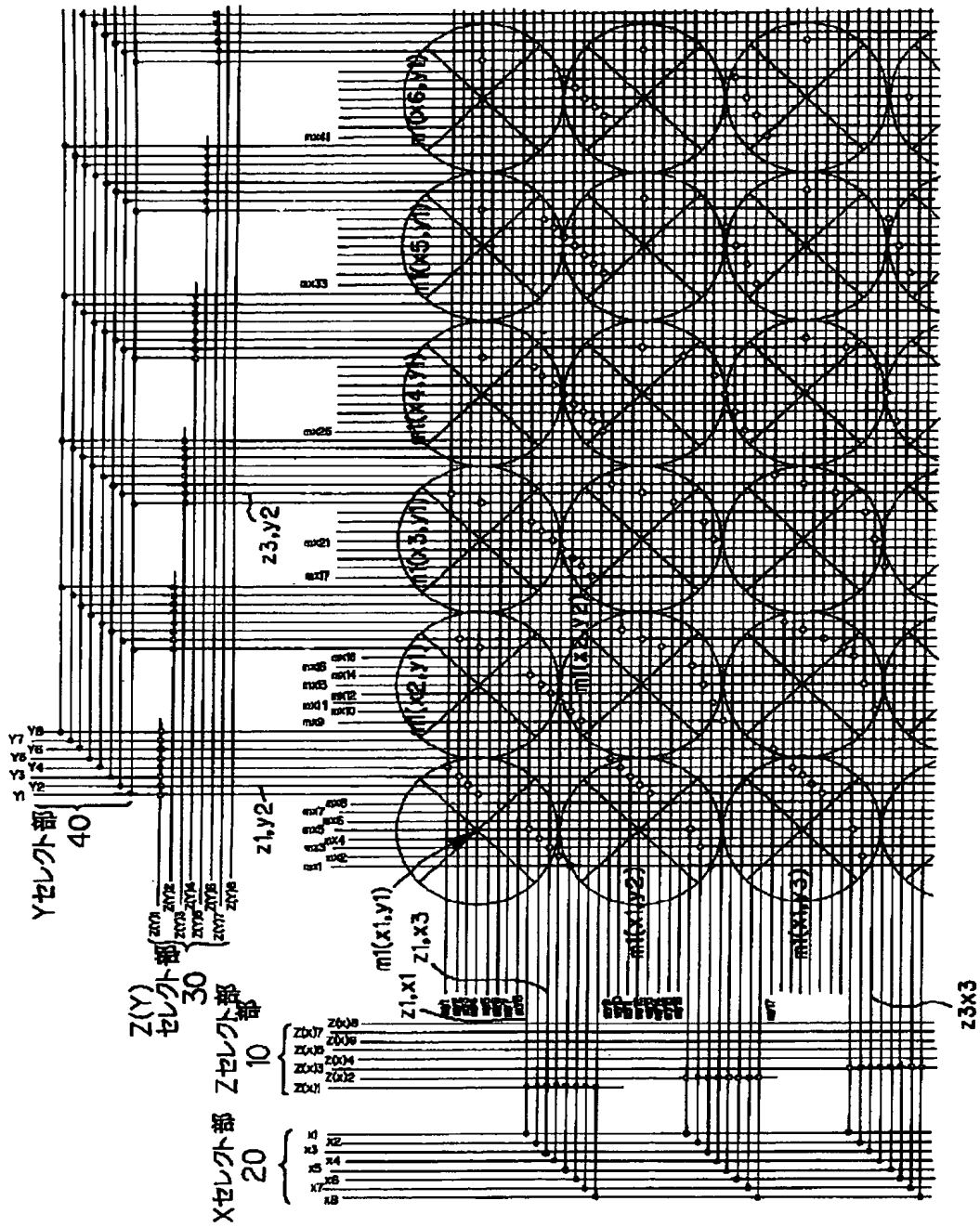
【図20】



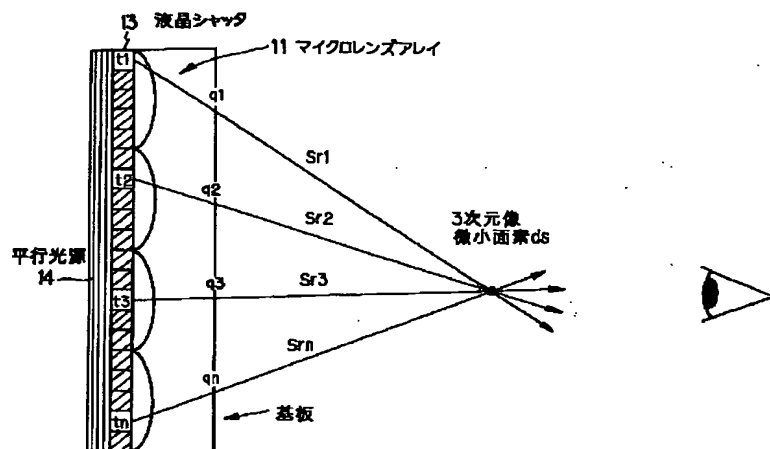
【図12】



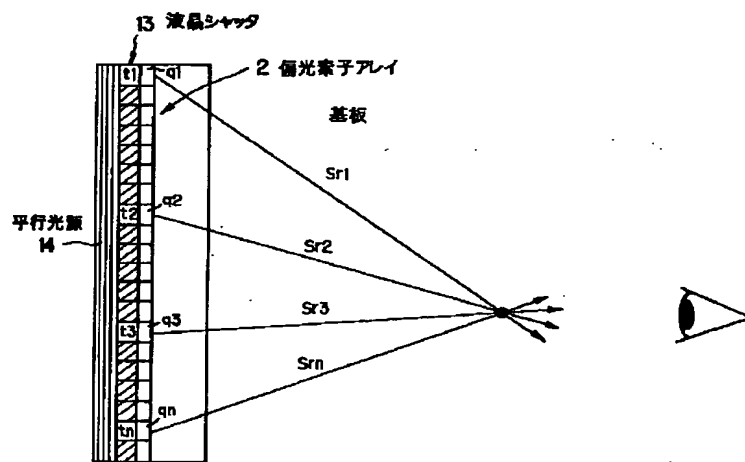
【図 13】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 学
 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
 作所研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.